Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
der Universitätsklinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. dent. R. Naujoks

UNTERSUCHUNGEN FÜR DIE ABRASIONSWIRKUNG VON POLIERPASTEN

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Dagmar Anita Schuster

aus Hermannstadt

Würzburg, den 3. Februar 1982

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
der Universitätsklinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. dent. R. Naujoks

UNTERSUCHUNGEN FÜR DIE ABRASIONSWIRKUNG VON POLIERPASTEN

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Dagmar Anita Schuster

aus Hermannstadt

Würzburg, den 3. Februar 1982

Referent:	Priv. Doz. Dr. med. dent. W. Wiedemann
Korreferent:	Professor Dr. med. dent. R. Naujoks
Dekan:	Professor Dr. med. K.-A. Bushe

Tag der mündlichen Prüfung: 19.2.1982

UNIV. LEIDEN BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

MEINEN LIEBEN ELTERN

MEINEM LIEBEN MANN

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	Einleitung	1
II.	Literaturübersicht	7
III.	Problemstellung	12
IV.	Material und Methodik	13
	A) Herstellen der Proben	13
	B) Bearbeitung der Proben	14
	C) Polierpasten	14
	D) Zahnbürsten	15
	E) Versuchsablauf	15
V.	Ergebnisse	17
VI.	Diskussion	38
VII.	Zusammenfassung	40
Literaturverzeichnis		41

I. EINLEITUNG

Ernäherungslenkung, Fluoridierung sowie Mundhygiene gelten als die drei Säulen der Kariesprophylaxe.

Ungenügende physiologische Selbstreinigung, friktionsarme Kost und mangelhafte Mundhygiene führen zur Anhäufung von Plaque. Sowohl Karies als auch Gingivitis und Parodontitis können als "Plaque-Krankheiten" bezeichnet werden.

Die Nomenklatur der Zahnbeläge ist nicht einheitlich. Nach SCHROEDER (31) werden die exogenen Ablagerungen wie folgt klassifiziert:

Plaque ist der unverkalkte, festhaftende, histologisch strukturierte Belag von lebenden und abgestorbenen Mikroorganismen in einer polysaccharid- und glykoproteinreichen Matrix, ist das Produkt mikrobieller Vermehrung und Stoffwechselaktivität, zäh, verfilzt und gelb-braun.

Zahnstein ist der verkalkte Belag, der aus der organischen Matrix von Mikroorganismen und intermikrobieller Matrix - durchsetzt mit verschiedenen Calciumphosphatkristallen aus dem Speichel - besteht.

Plaque und Zahnstein zählen zu den "haftenden, nicht wegspülbaren, geformten Stoffen" der Gebißverschmutzung.

Alle karies- und parodontalprophylaktischen Maßnahmen richten sich daher gegen die Belagbildung auf den Zahnhartsubstanzen und den deckenden Weichteilen.

Plaque gilt als die Hauptursache parodontaler Erkrankungen (SILNESS und LÖE (33); LÖE et al. (15); RAMFJORD et al. (27)). Erst Zahnstein führt jedoch zur Taschenbildung und damit zur Progredienz der Parodontitis.

Da das Wachstum der Plaque eng mit der Retentionskapazität korreliert, sollten möglichst glatte, homogene und retentionsarme Oberflächen in der Mundhöhle vorhanden sein.

Um dieses Ziel zu erreichen, muß die Wirkung verschiedener Substanzen und prophylaktischer Hilfsmittel auf die Schmelzoberfläche bekannt sein:

1. Chemische Substanzen:
   - Auflösen des Zahnsteins mit Hilfe von Medikamenten, z.B. Chlorhexidin.
   - Salzhaltige Substanzen sollen Zahnstein aufweichen.
   - Remineralisationslösungen (z.B. Tartrat als komplexbildendes Ion - Featherstone Lösung) sollen Mineralanlagerungen in den demineralisierten Schmelzdefekten bewirken und somit glatte Oberflächen schaffen.

2. Mechanische Methoden:
   Die Konzeption und Realisation der meisten mechanischen Hilfsmittel zur Plaqueentfernung entbehren weitgehend der wissenschaftlichen Grundlagen:
   - Zahnstocher: MORCH und WAERHAUG vertreten die Auffassung, daß nur die Zahnstocher und die Zahnseide wirkungsvoll interdentale Plaque beseitigen können, während GJERMO und FLÖTRA dem Zahnstocher keine größere Bedeutung als der üblichen mechanischen Zahnreinigung beimessen (30). Es gibt verschiedene Typen, die

sich mehr oder weniger gut den unterschiedlichen Interdentalräumen anpassen und impaktierte Speisereste von dort entfernen.

- Zahnseide: Sie entfernt weitgehend Nahrungsrückstände. Sie sollte nicht routinemäßig verwendet werden, da häufige und fehlerhafte Anwendung das interdentale Parodontium verletzt.
- Die Hand-Zahnbürste: Sie ermöglicht die Entfernung von unverkalkten Ablagerungen und Nahrungsrückständen auf der Zahnoberfläche und die Massage des Zahnfleisches. Außer dem Anpreßdruck und der Bürsttechnik bestimmen auch Borstenstellung, Borstendichte und Borstensteifigkeit die Effizienz der Reinigungswirkung.

  Widersprüchlich sind auch die Mitteilungen über die elektrische Zahnbürste. In der letzten Zeit mehren sich die Meinungen, daß die Hand-Zahnbürste, in richtiger Technik angewandt, der elektrischen überlegen ist.
- Ultraschallgeräte: Sie haben den Nachteil, daß sie demineralisierte Zonen des Schmelzgefüges aussprengen und somit eine Läsion der Oberfläche hinterlassen.
- Instrumente zur Zahnsteinentfernung: Sie haben den Nachteil, daß sie eine massive Bakteriämie setzen, behan-

deln die Schmelzoberfläche jedoch schonender.

- Munddusche: Sie ist eine wertvolle Unterstützung dort, wo die Zahnbürste nicht hinkommt - besonders beim festsitzenden Zahnersatz -, spült aber festsitzende Plaque und Zahnstein nicht weg. Auch können durch chemische Zusätze eine entzündungshemmende oder plaquelösende Wirkung erzielt werden. Ob ein Nachteil des pulsierenden Wasserstrahls in den möglichen Abschwemmen des Zahnfleisches vom Zahnhals und Einspülen von Keimen in tiefere Regionen besteht, ist noch zu untersuchen.

Zur Homogenisierung der Oberfläche und zur Verringerung der Retentionskapazität ist eine Politur des Schmelzes nach Zahnsteinentfernung unerläßlich. Die Politur reduziert auch die Gefahr der Sekundärkaries.

Zur Entfernung von Zahnstein und Plaque wird die Verwendung einer Polierpaste empfohlen. Darin besteht schon ein Widerspruch, denn: Zahnstein soll mit Pasten entfernt werden, die den Schmelz nicht angreifen. Poliert werden kann jedoch nur mit Pasten, deren Bestandteile so hart sind, daß sie Unebenheiten der Schmelzoberfläche glätten.

Zwar ist aus der Literatur bekannt, daß bei Benützung einer bimssteinhaltigen Polierpaste der Schmelzabtrag pro Zahnreinigung etwa 8 µm beträgt, jedoch wird bei dieser Untersuchung die erzielte Oberflächenbeschaffenheit nicht berücksichtigt. Die klinische Beobachtung zeigt, daß nach solchen Polituren die Retentionskapazität der Schmelzoberfläche häufig stark erhöht ist und sich Plaque und Zahnstein vor allem an "polierten" Stellen ansetzen (WIEDEMANN, unveröffentlichtes

Manuskript).

Schon 1907 untersuchte MILLER (23) die beim Zähneputzen möglichen Abrasionsschäden. Seither ist die Kette dieser Untersuchungen nicht abgerissen. 1948 fanden KITCHIN und ROBINSON (13) Abrasionsverhältniszahlen. Demnach verhalten sich Schmelz : Dentin : Zement wie 1 : 25 : 35. Die Schwierigkeiten der Versuche lagen in der Meßmethode zur Bestimmung der quantitativen Abrasion, ohne dabei die Veränderung des Oberflächenprofils zu vernachlässigen.

KITCHIN und ROBINSON (13) maßen die tiefste der entstandenen Rillen, PHANEUF (25) bevorzugte die Bestimmung des Gewichtsverlustes, MANNEBERG (22) kontrollierte Abformungen der Oberfläche, BOUCHAL (4) vergrößerte die Profilfläche und vermaß die Änderungen auf der Projektion, ASHMORE (2) benutzte das Interferenzmikroskop und MANLY (20) den elektronischen Oberflächentaster. GRABENSTETTER (9) maß 1958 die Strahlung im Zahnpastenbrei nach Putzversuchen am radioaktiv markierten Dentin. Es gibt auch klinisch durchgeführte Untersuchungen mit subjektiver und photometrischer Beurteilung von gebürsteten Schmelzoberflächen. Bei dieser Methode ist jedoch keine Objektivierung möglich, da die Ausgangsoberflächen nie einheitlich sind. Auch andere Faktoren bewirken Rauhigkeit und Abrasion, z.B. chemische Einflüsse (BRASCH et al. (5)).

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Abrasionswirkung von gängigen Polierpasten zu untersuchen. Versuche zur Demineralisation deuten darauf hin, daß lokale Unterschiede um so größer sind, je weniger die natürliche Zahnoberfläche bearbeitet worden ist. Dieser Befund könnte auf lokale unterschiedliche chemische und physikalische Zusammensetzung der obersten Schmelzschicht zurückzuführen sein. Im Abstand von ca. 50 µm von der nichtabradierten Oberfläche wird der Schmelz sowohl bezüglich der Löslichkeit als auch der Härte homogen (KLINGER (14)). Deshalb wäre der Parameter "Abstand von der Oberfläche" in den Versuchen zur Abrasion auch zu berücksichtigen gewesen. Bei der Versuchsreihe in der vorliegenden

Studie war vor dem Bürsten die Oberflächenschicht von den Schmelzproben entfernt worden, so daß die Ausgangsoberflächenstruktur gut definiert war.

Aus Ergebnissen anderer Laboruntersuchungen der Wirkung von Polierpasten und Zahnpasten ließ sich erkennen, daß nicht allein die Härte des Schmelzes für das Ausmaß der Abrasion ausschlaggebend ist, sondern auch seine Oberflächenbeschaffenheit, Oberflächenrauhigkeit und die Kristallstruktur. Weiter ist die Abrasionswirkung abhängig von der Zahnbürste: Länge, Dichte und Form der Borsten, ihrem Anlagedruck und der Geschwindigkeit der Hin- und Herbewegungen. Außer Gestalt, Größe, Härte und Konzentration der Putzkörper beeinflußt auch die Kombination mit den Bindemitteln, Feuchthaltemitteln, Schaumstoffen und Detergentien die abrasive Wirkung der Putz- und Polierkörperchen, indem sie ihre Wirkung reduzieren oder potenzieren können.

II. LITERATURÜBERSICHT

In der vorliegenden Arbeit handelt es sich um Untersuchungen zur Beseitigung von Plaque und Zahnstein. Es erscheint daher gerechtfertigt, zunächst auf die Beziehungen zwischen Plaque - Zahnstein - Gingivitis - Karies einzugehen.

Epidemiologische Studien haben gezeigt, daß die bakterielle Plaque und ihre Stoffwechselprodukte Ursache der Gingivitis und nach Meinung vieler Autoren auch der Parodontitis sind (RIETHE (30)). Umgekehrt verschwindet die Entzündung der marginalen Gingiva wieder, wenn die weichen Zahnbeläge und verkalkten Ablagerungen entfernt werden und eine wirksame Mundhygiene betrieben wird (ASH et al. (1); LÖE et al. (15); THEILADE et al. (35)).

So wie LÖE und THEILADE schon 1965 (45) und 1966 (35) in eingehenden Studien das Problem der bakteriologischen Entwicklung und Zusammensetzung der Plaque untersuchten, hoffte auch JENSEN (12) aus den Forschungsergebnissen Denkanstöße zur Entwicklung und Testung chemischer Mittel zu erhalten, welche die mechanische Reinigung der Zähne in geeigneter Weise unterstützen und erleichtern.

Aus Untersuchungen von RIETHE (30) geht hervor, daß Gingivitis und Plaque, in geringerem Maße Gingivitis und Zahnstein korrelieren. Zahnstein läßt neue Retentionen entstehen, die Plaqueanhäufungen begünstigen.

Auf dem supragingivalen Zahnstein steht Plaque in direktem Kontakt mit dem marginalen Parodontium. Ob die mineralisierte Form der Plaque einen mechanischen Einfluß auf das parodontale Gewebe ausüben kann, wie beispielsweise Verdrängung des Epithels durch zunehmende Verkalkung, wird diskutiert und von der Mehrheit der Autoren bejaht. WAERHAUG (38) sieht die Bedeutung des subgingivalen Zahnsteins für die klinische Beschaffenheit des umgebenden Gewebes in der Bildung einer Haftfläche für Mikroorganismen, wodurch indirekt die Entzündung unterhalten wird. MANDEL und WAERHAUG (16 und 38) vertre-

ten die Meinung, daß die Verkalkung bei der Entstehung von Parodontalerkrankungen viel eher durch die bakteriologische als ihre mineralische Komponente beitrage.

MÜHLEMANN (24) meint, daß sich im Grunde genommen durch die Mineralisation der weichen Beläge die Morphologie der harten Unterlage verändert, auf der die nicht mineralisierte, vitale Plaque ruht. Dadurch würden automatisch die topographischen Beziehungen der Plaque zum gingivalen Weichgewebe verändert. Die Plaque würde in Cervicalabschnitte getragen, wo sie ohne Mineralisationsgerüst niemals hingelangen könnte.

Die Mineralisationsvorgänge in der Plaque scheinen somit die Übertragung des Marginalinfektes auf das Parodontium zu begünstigen.

Die einzige Möglichkeit, die Bildung von Zahnbelägen zu vermeiden, ist somit regelmäßiges und richtiges Putzen nach jeder Nahrungsaufnahme.

Haben sich bereits mineralisierte Beläge festgesetzt, so sind sie meistens mit Zahnpasten und Zahnbürsten nicht mehr zu entfernen.

Untersuchungen wurden zu allen Faktoren, die die Abrasion der Zahnoberfläche beim Zähneputzen, Zahnsteinentfernen und nachträglichemPolieren bewirken, unternommen.

So beeinflußt die Art der Borsten - natürliche oder Kunststoffborsten - die Abrasion (19). Nachdem heute Kunststoffbürsten für den alltäglichen Gebrauch empfohlen werden, wurden die meisten dieser Versuche mit Nylonborsten gemacht.

PHANEUF et al. (25) machten keinen Unterschied im Testen der Abrasion durch Zahnpasten bzw. Zahnbürsten. Auch konnten sie durch ihre Methode der Gewichtsverlustmessung nicht berücksichtigen, ob allgemein von der Zahnfläche gleichmäßig abradiert wurde, oder ob nur einige tiefe Kratzspuren den Gewichtsverlust ausmachten.

MANLY (19) und Mitarbeiter führten in der Reihe der Abrasionsversuche eine standardisierte Methode ein, die sowohl für Hand-Zahn-

bürsten als auch für elektrische Zahnbürsten zu verwenden sein sollte. MANLY simulierte sogar in vitro den Gingivasaum um jede in Kunstharz eingebettete Zahnkrone - es wurden jeweils die buccalen Zahnflächen gebürstet. Beim Bürsten mit mechanischer Zahnbürste war die Abnutzung nicht stärker als 0,6 µm/Std., der Durchschnitt 0,5 µm. Die Abrasion pro Zahn beträgt zwischen 72 µm - 161 µm - also große individuelle Unterschiede zwischen den einzelnen Zähnen. Als Variable wurden berücksichtigt: Bürste, Hydratisation, Umriß der Gingiva.
Nach mechanischem Zähnebürsten war der Abrieb 2/3 stärker als nach der gleichen Zeit des Bürstens mit der Hand unter den Standardbedingungen. Ein solcher Unterschied ist statistisch signifikant. MANLY (17) benützte als Maß der Abrasion die Tiefe der Einschnitte auf der Zahnoberfläche.

Während WHITEHURST und Mitarbeiter (39) den Gewichtsverlust als Maß für die Abrasion nahmen, wurden von GRABENSTETTER und HEFFERREN (11) Methoden entwickelt, die zeitsparender waren und genauer. GRABENSTETTER (9) verwendete in seiner Versuchsanordnung die von MANLY (17) beschriebene Maschine. Er gibt eine genaue Beschreibung der Erzeugung des Isotops P^{32} durch Bestrahlung mit Neutronen von Schmelz und Dentin. Ein Vergleich zwischen der Methode von MANLY (17) - Ausmessung der Tiefe der Kerben - und der Versuchsreihe von GRABENSTETTER (9) zeigt, daß bei der ersteren 5000 - 15000 Bürstenstriche nötig sind, um ein meßbares Ergebnis zu erreichen, während der Versuch mit Isotopen nur 2000 Bürsteinheiten benötigt. Beide Methoden klassifizieren die Abrasivität der Schleifkörper gleichwertig. Die Isotopen-Methode ist weniger zeitaufwendig und verfeinert.

Die Ansichten über den Einfluß der Behandlung der Zahnoberfläche vor dem Bürstversuch sind unterschiedlich. GRABENSTETTER gibt durch Härtemessungen nach KNOOP an, daß sich die Härte des Schmelzes durch Irradiation nicht verändert. Testreihen von DAVIS und HEFFERREN (6) zeigen, daß Bestrahlung mit Neutronen die Widerstandskraft der Zahnhartgewebe herabsetzt.

PUTT und Mitarbeiter (26) beschreiben die Verwendung eines Profilmeters um die Abrasion von Schmelz zu messen, aber ihre Methode erforderte eine sehr lange Bürstzeit mit den Polierpasten, was nicht einer Anwendung bei normaler Kariesprophylaxe entspricht. Die Ergebnisse zeigen, daß die Abrasion bis zu einem bestimmten Druck (3 N) kontinuierlich steigt, die Abrasion durch zunehmende Geschwindigkeit der Bürstbewegungen zunimmt und zwischen Bürstzeit und Abrasion eine lineare Beziehung besteht.

Ein interessanter Aspekt wurde von VRIBIC und BRUDEVOLD (37) getestet: Kann eine abradierende Paste die Aufnahme (Imprägnierung) von Fluor beeinflussen? Das ist ein wichtiger Gesichtspunkt in der Verbesserung der Kariesprophylaxe. Ein niedriger pH von 4,5 scheint ebenfalls eine vorteilhafte Auswirkung auf die Fluoridierung des Schmelzes zu haben. Rotierende Bürsten mit Polierpasten können nur gut zugängliche Flächen des Zahnes erreichen. Die für die Retention von Plaque und damit kariesanfälligen Flächen sind für die abradierenden und aufrauhenden Pasten nicht zugänglich.

BRASCH und Mitarbeiter (5) beschreiben eine Methode, die in vivo die Abrasivität von Zahnpasten testet. Zählung der sichtbaren Kratzer auf der Schmelzoberfläche der Schneidezähne ergaben, daß die üblich verwendeten Zahnpasten nach einigen Monaten nur unbedeutend mehr Kratzer hinterließen als die Ausgangsfläche aufwies. Die von dem Zahnarzt verwendeten Polierpasten mit Bimsstein vermehrten die zu zählenden Kratzer erheblich. Zirconium Silicate abradierten die Schmelzhöhe im ganzen. Somit verschwinden alle vorhandenen Unebenheiten und glätten die Oberfläche.

Es wurden immer wieder verschiedene Unterlagen zu Abrasionstests vorgeschlagen, die ungefähr die gleiche Härte haben wie Schmelz, z.B. Antimon, Glas u.a., weil sie weniger variabel sind als das biologische Gewebe. Trotzdem haben diese synthetischen Substrate andere physikalische Abrasionseigenschaften als Schmelz und Dentin. Auch Ergebnisse über Abrasion von Metallen können nicht bedingungslos auf die Abrasion von Schmelz übertragen werden.

MILLER (23) stellte 1907 bei Zähnen, die nach der Extraktion mit herkömmlichen Zahnpasten gebürstet wurden, beachtliche Schäden der Oberfläche fest. Klinisch wurden diese als keilförmige Einschnitte am Zahnhals von Frontzähnen gewertet. Dies führte zur Verwendung von Schleifkörpern viel geringerer Abrasion. Calciumcarbonate in Pasten schädigten nicht den Schmelz, dafür aber abradierten sie das Zement und Dentin.

Diese Tatsache ist zu beachten, weil sich bei vielen Patienten die Gingiva von der Schmelz-Zementgrenze zurückzieht und somit die Abrasion der weicheren Zahngewebe zum neuen Problem der Untersuchungen werden muß.

III. PROBLEMSTELLUNG

In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, inwieweit Abrasiv-Pasten zur Zahnsteinentfernung angewendet werden dürfen und ob die Forderung nach Benützung von Polierpasten nach einer mechanischen Zahnreinigung berechtigt ist.

Die verschiedenen Polierpasten enthalten unterschiedliches Schleifkorn. Die Beschaffenheit der Schmelzoberfläche nach der Politur hängt dabei sehr stark von der Körnung, der Größe, der Härte sowie der Gestalt des Schleifkorns ab. Aus Untersuchungen ist bekannt, daß ein enger Zusammenhang zwischen Retentionskapazität und Plaquebildung besteht. Eine optimale Polierpaste sollte wenig Schmelz abtragen, die gewünschte Reinigung schnell ermöglichen und eine möglichst glatte Oberfläche produzieren. Im Hinblick auf diese drei Forderungen wurde an Schmelzproben Abrieb und Oberflächenrauhigkeit nach einer standardisierten Politur mit verschiedenen Polierpasten bestimmt.

IV. MATERIAL UND METHODIK

A) HERSTELLEN DER PROBEN

Acht frisch extrahierte Zähne - Molaren -, die keine sichtbaren kariösen Läsionen aufwiesen, wurden zur Untersuchung der Oberfläche benutzt.

Die Zähne wurden auf einer Metallplatte achsengerecht justiert und mit rotem Klebewachs befestigt. Mit einem Fadenkreuz wurden die Okklusalflächen der Molaren genau in den Mittelpunkt eines Quaders projiziert. Dann wurden die Zahnwurzeln in Paladur - farblos - eingebettet und so zum Zerschneiden befestigt.

Jeder Zahn wurde in acht Schnitte im Uhrzeigersinn im Fadenkreuz an einer Trennmaschine mit einem Diamantsägeblatt unter Wasserkühlung geschnitten.

Die einzelnen Zahnschnitte wurden auf eine Größe von 2 mm x 5 mm zurechtgeschliffen.

Gleichzeitig wurden aus einem Granitblöckchen Stäbchen getrennt.

Die acht Zahnschnitte wurden in jeweils gleicher azimuthaler Reihenfolge auf eine Klebefolie fixiert. Dazwischen waren sieben Granitstäbchen eingebettet, die als Referenz dienten.

In konstantem Mischverhältnis wurde Paladurpulver (Paladur - farblos - ISO R 1567 Typ 2 Kl. 1) und Monomer blasenfrei angerührt, in die Metallformen gefüllt und im Drucktopf bei 37^{o} warmem Wasser, 2 Atü Druck, ca. 30 Minuten ausgehärtet. Als Form dienten Metallrähmchen mit dem Innendurchmesser von 2,8 mm und der Höhe von 6 mm. Die eigentliche Probenlänge betrug 20 mm.

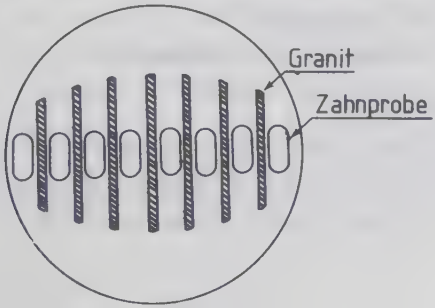


Abb.1

B) BEARBEITUNG DER PROBEN

Auf einer rotierenden Scheibe, die nacheinander mit Schleifpapier, SIC-Scheiben der Körnung 400 und 600 grit (= 23 µm und 15 µm), belegt war, wurden unter Wasserberieselung die Oberflächen der Proben geglättet. Da die Oberfläche noch zu rauh erschien, wurden sie weiter mit Diaplast und Diaplastol und Wasser auf einem seidenbespannten Teller WINTER - DISC bis auf eine Korngröße von 7 µ und 1 µ bearbeitet. Dadurch wurde die oberste Schicht des Schmelzes und die in vivo schon bestehenden Unebenheiten so weit beseitigt, daß die Ausgangsoberfläche auf allen Proben ungefähr gleich war. Für die nachfolgenden Messungen mußte die Rückseite noch planparallel geschliffen werden.

C) POLIERPASTEN

Es wurden sieben verschiedene Polierpasten auf ihre Abrasionswirkung getestet. Eine Probe wurde als Nullprobe ohne Paste, nur mit Chlorhexamed gebürstet.

1. ORALUST-Propylactic-Paste:

Vertrieb: Emil Huber - 7500 Karlsruhe - Dentalfabrikation
MFG in USA by Pfingst & Co INC - S. Plainfield N.Y. 07080

2. SUPEROLISH:

Vertrieb: Hawe - Neos Dental - 6925 Gentilino - Switzerland

3. CLEANPOLISH:

Vertrieb: Hawe - Neos Dental - 6925 Gentilino - Switzerland

4. ZIRCATE Prophy-Paste:

Vertrieb: De Trey GmbH - 6200 Wiesbaden

5. DÉTARTRINE P:

Vertrieb: Spécialités Septodont - 29, rue des Petites-Écuries - 75010 Paris - M.-T. Gentrault Pharmacien
5300 Bonn - Heinrich Sauerstraße 1 - 3

6. DÉTARTRINE:

Vertrieb: Spécialités Septodont - 29, rue des Petites Écuries - 75010 Paris - M.-T. Gendrault Pharmacien
5300 Bonn - Heinrich Sauerstraße 1 - 3

7. RUFOSINE:

Vertrieb: Ato-Zizine - 69, rue de Wattignies - 75012 Paris

8. NULLPROBE mit CHLORHEXAMED:

Die Pasten wurden vor Versuchsbeginn in einer willkürlich gewählten Reihenfolge nummeriert, um eine subjektive Beeinflussung der Ergebnisse auszuschließen.

D) ZAHNBÜRSTEN

Zum Bürsten wurde für jede Probe ein neuer Bürstenkopf - ORAL B 60 mit Multituft von Cooper Dental eingespannt: 2400 feine elastische Nylon-Borsten auf kleinster Fläche (die abgerundeten Borstenenden sollen vor Verletzungen des Zahnfleisches schützen).

E) VERSUCHSABLAUF

Alle acht Proben wurden unter dem Mikroskop fotografiert und dann abgetastet.

Dann wurden mit einer Simulatormaschine 10 000 Bürstenstriche über die Probe in einfacher Hin- und Herbewegung gemacht (das entspricht etwa einem Putzen mit der Hand während 48 Stunden).

Die so bearbeiteten Proben wurden wieder abgetastet. Es wurde eine Strecke von 3 - 3,5 mm gemessen - jeweils von der Mitte einer Referenz (= Granitblöckchen) über die Zahnfläche zur anderen Referenz - und über einen Schreiber das Profil bzw. die Oberflächenrauhigkeit als Kurve auf Millimeterpapier festgehalten.

Zum Abtasten wurde ein hochauflösender mechanoelektrischer Wandler benützt. Damit können Veränderungen in der Oberflächentopo-

graphie quantitativ über größere Flächen erfaßt werden. Durch die zeilenförmige Erfassung des Höhenprofils wird die Oberflächenrauhigkeit bestimmt: dabei wird die Auslenkung der Tastspitze von einigen µm Spitzenradius, welche mit sehr geringem Auflagedruck über die zu untersuchende Oberfläche hinweggezogen wird, in eine zur Auslenkung proportionale elektrische Spannung umgewandelt. Durch Rechenschaltungen im Gerät werden daraus die Rauhtiefe bzw. das Profil bestimmt.

Bei der Abtastung steht der Aufnehmer still, das Präparat wird unter ihm hinwegbewegt: die Bewegungsrichtung fällt im Falle kartesischer Geometrie mit der X-Koordinate zusammen. Die Vertikalkoordinate der Oberfläche entspricht der Y-Achse. Diese wegproportionale Spannung und die der Auslenkung Y des elektromechanischen Wandlers proportionale Spannung dienen zur Aussteuerung eines XY Schreibers mit schrittweisem Papiervorschub.

Aus anderen Versuchsreihen (14) ist bekannt, daß die Auflagekraft der Nadel auf dem Schmelz keine Tastspur hinterläßt. Durch die Auflagekraft des Tasters des mechanoelektrischen Wandlers ist eine elastische Verformung des Materials während der Messung zu erwarten (bis etwa 0,004 µm). Sie ist aber klein gegenüber der mit der Apparatur erfaßten Höhenunterschiede.

V. ERGEBNISSE

Die chronisch-destruktiven Prozesse in der Mundhöhle lassen sich wie folgt definieren (31):

Abrasion: diffuser Substanzverlust infolge kaufunktionellen Abriebs oder Abrieb durch Zahnbürste und Zahnpasteneinwirkung

Attrition: facettenförmiger Substanzverlust durch gegenseitigen Abrieb von Zahnflächen

Erosion: chemische Schmelzauflösung, wobei die Defektbildung durch Abrasion beschleunigt werden kann

Als Hauptursache der Schmelzerosion wird heute von der Mehrzahl der Autoren eine Entkalkung durch Säuren bezeichnet. Für die Säuretheorie der Erosion sprechen die charakteristischen mikromorphologischen Befunde: Prismenätzmuster wie sie an menschlichen Zähnen mit der Lichtmikroskopie erhoben wurden. Die oberflächenhistologischen Untersuchungen sprechen für einen primär nicht bakteriell bedingten, reinen Entkalkungsprozeß.

Die Studie von SCHWEIZER-HIRT (32) zeigte eindeutig, daß die durch zitrathaltige Fruchtsäfte erweichten Schmelzflächen leichter abradierbar sind.

Frisch erweichter Schmelz darf nicht sofort gebürstet werden, besonders nicht mit stark abrasiven Pasten.

Die Vorgänge bei der Zahnabrasion durch Zahnbürste und Zahnpaste sind noch nicht geklärt. Es spielen zahlreiche Faktoren, allein und mit Interaktionen, eine Rolle: Zahl, Dicke und Anordnung der Borsten, Kraftaufwand, Kraftrichtung und Geschwindigkeit des Bürstvorganges, Scheuerstoffe, Bindemittel, Netzmittel der Zahnpasten - Variablen, die alle untersucht wurden.

Aus der Werkstoffkunde kann folgende Erfahrung übernommen werden: Unter S c h l e i f e n versteht man einen spanabhebenden Vorgang. Beim P o l i e r e n soll die geschliffene unregelmäßige Oberfläche ohne Material-

verlust eingeebnet werden. Eine gelungene Politur zeigt keine Mikrorauhigkeiten mehr. Zum Schleifen muß das spanabhebende Korn härter sein als der zu bearbeitende Werkstoff. Bei artifiziellen Kratzern kommt es einerseits durch nicht entfernbare Ablagerungen in den Rillen, andererseits durch Abrasion der den Kratzern benachbarten Schmelzoberfläche zur Einebnung der Schrammen.

Untersuchungsergebnisse

Nach Beseitigung der Formabweichungen und Welligkeiten im Zahn durch das planparallele Feinschleifen, erfolgte die Auswertung mit einem Oberflächenprofilmeßgerät. Mit einer 20000fachen Verstärkung wurde die Oberflächenkonfiguration auf Millimeterpapier übertragen. Es zeigte sich, daß es nicht gelungen war, die Schmelzoberfläche in genau die gleiche Ebene wie die Granitblöckchen einzubetten. Die gleiche Spur wurde sowohl für das Profil als auch für die Rauhigkeit abgefahren.

Die Wellentiefen gaben Aufschluß über Schleif- oder Polierwirkung der Pasten, während die Abnahme der Schmelzdicke zur Auswertung der abtragenden Wirkung herangezogen wurde.

Der Bereich zwischen der Verbindungslinie der zwei Granitblöckchen und dem nicht abradierten Schmelz, wird planimetrisch bestimmt.

Nach dem Schleifvorgang wurden die Proben wieder in das Oberflächenprüfgerät gespannt und entsprechend der gebürsteten Areale senkrecht dazu abgetastet. Um eine größere Ablesegenauigkeit zu erzielen, wurde jede Kurve zweimal ausplanimetriert und daraus der Mittelwert gebildet.

Die Ergebnisse über Höhenabrieb und Zunahme der Rauhigkeit der Schmelzoberfläche sind in den folgenden Übersichten dargestellt:

TABELLE I. [Oralust]

Schnitt	Mittlere Höhe über der Referenz [in µm]		Mittlere Rauhigkeit [in willkürlichen Einheiten]		Mittlerer Abtrag [in µm]	Rauhigkeitsdifferenz [willkürliche Einh.]
	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten		
1.	0,48 ± 0,08	- 0,48 ± 0,02	0,17 ± 0,02	0,65 ± 0,02	0,94 ± 0,08	0,48 ± 0,03
2.	0,13 ± 0,03	- 0,46 ± 0,02	0,15 ± 0,003	0,73 ± 0,03	0,59 ± 0,04	0,58 ± 0,03
3.	- 0,42 ± 0,02	- 0,72 ± 0,05	0,15 ± 0,006	0,66 ± 0,03	0,30 ± 0,05	0,51 ± 0,03
4.	- 0,37 ± 0,03	- 2,00 ± 0,05	0,14 ± 0,003	1,04 ± 0,02	1,63 ± 0,06	0,90 ± 0,02
5.	0,06 ± 0,07	- 0,82 ± 0,04	0,16 ± 0,008	0,96 ± 0,07	0,88 ± 0,08	0,80 ± 0,07
6.	0,68 ± 0,16	- 0,55 ± 0,07	0,15 ± 0,008	0,85 ± 0,02	1,23 ± 0,17	0,70 ± 0,02
Gesamt-zahnfl.	0,0933 ± 0,41	- 0,83 ± 0,54	0,154 ± 0,01	0,815 ± 0,15	0,93 ± 0,44	0,66 ± 0,16

TABELLE II. [Superpolish]

SCHNITT	Mittlere Höhe über der Referenz [in µm]		Mittlere Rauhigkeit [in willkürlichen Einheiten]		Mittlerer Abtrag [in µm]	Rauhigkeitsdifferenz [in willkürlichen Einh]
	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten		
1.	0,27 ± 0,03	- 1,01 ± 0,02	0,16 ± 0,006	0,14 ± 0,01	1,28 ± 0,04	-0,02 ± 0,01
2.	-0,17 ± 0,01	- 2,82 ± 0,07	0,14 ± 0,004	0,17 ± 0,007	2,72 ± 0,07	0,03 ± 0,06
3.	-0,55 ± 0,05	-3,13 ± 0,21	0,15 ± 0,006	0,16 ± 0,004	2,58 ± 0,22	0,01 ± 0,007
4.	0,56 ± 0,03	-3,12 ± 0,02	0,14 ± 0,02	0,22 ± 0,03	3,68 ± 0,04	0,08 ± 0,04
5.	0,07 ± 0,04	- 2,59 ± 0,01	0,13 ± 0,006	0,14 ± 0,005	2,66 ± 0,04	0,01 ± 0,008
6.	0,21 ± 0,04	-2,56 ± 0,04	0,13 ± 0,005	0,18 ± 0,006	2,77 ± 0,06	0,05 ± 0,008
Gesamt-zahnfläche	0,065 ± 0,36	- 2,54 ± 0,73	0,142 ± 0,02	0,168 ± 0,03	2,62 ± 0,71	0,03 ± 0,43

TABELLE III. [Cleanpolish]

Schnitt	Mittlere Höhe über der Referenz [in µm]		Mittlere Rauhigkeit [in willkürlichen Einheiten]		Mittlerer Abtrag [in µm]	Rauhigkeits-differenz [willkürliche Einh.]
	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten		
1	0,16 ± 0,02	-4,53 ± 0,09	0,13 ± 0,007	0,65 ± 0,01	4,69 ± 0,09	0,52 ± 0,01
2	-0,13 ± 0,03	-4,49 ± 0,11	0,18 ± 0,01	0,94 ± 0,01	4,36 ± 0,11	0,76 ± 0,01
3	-0,40 ± 0,02	-7,76 ± 0,03	0,14 ± 0,006	1,49 ± 0,04	7,36 ± 0,04	1,35 ± 0,04
4	-0,39 ± 0,04	-7,05 ± 0,04	0,13 ± 0,01	1,28 ± 0,05	6,66 ± 0,06	1,15 ± 0,05
5	-0,56 ± 0,03	-2,47 ± 0,01	0,11 ± 0,02	0,33 ± 0,01	1,91 ± 0,03	0,22 ± 0,02
6	-1,31 ± 0,06	-7,05 ± 0,05	0,11 ± 0,002	1,13 ± 0,05	6,74 ± 0,08	1,02 ± 0,05
Gesamt-zahn-fläche	-0,44 ± 0,46	-5,56 ± 1,89	0,13 ± 0,03	0,97 ± 0,39	4,99 ± 0,39	0,90 ± 0,39

TABELLE IV. [Zircate]

Schnitt	Mittlere Höhe über der Referenz [in µm]		Mittlere Rauhigkeit [in willkürlichen Einheiten]		Mittlerer Abtrag [in µm]	Rauhigkeits-differenz [willk. Einheiten]
	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten		
1	0,61 ± 0,04	-14,30 ± 0,08	0,16 ± 0,02	1,13 ± 0,07	14,91 ± 0,09	-0,03 ± 0,07
2	-0,41 ± 0,01	-12,77 ± 0,53	0,10 ± 0,006	0,79 ± 0,05	12,36 ± 0,53	0,69 ± 0,05
3	-1,16 ± 0,10	-22,07 ± 0,24	0,09 ± 0,008	1,80 ± 0,07	20,91 ± 0,26	1,71 ± 0,07
4	-2,90 ± 0,02	-13,93 ± 0,23	0,06 ± 0,005	1,23 ± 0,04	11,03 ± 0,23	1,17 ± 0,04
5	-0,80 ± 0,05	-15,51 ± 0,31	0,07 ± 0,007	1,36 ± 0,05	14,71 ± 0,31	1,29 ± 0,05
6	-0,45 ± 0,07	-11,71 ± 0,18	0,08 ± 0,007	0,68 ± 0,07	11,26 ± 0,19	0,60 ± 0,07
Gesamt-zahn-fläche	-0,85 ± 1,07	-15,05 ± 3,39	0,093 ± 0,03	1,165 ± 0,38	14,20 ± 3,40	0,97 ± 0,57

TABELLE V. [Détartrine - P]

Schnitt	Mittlere Höhe über der Referenz [in µm]		Mittlere Rauhigkeit [in willkürlichen Einheiten]		Mittlerer Abtrag [in µm]	Rauhigkeits-differenz [willk. Einheiten]
	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten		
1	-0,24 ± 0,01	-2,43 ± 0,02	0,14 ± 0,005	0,47 ± 0,02	2,19 ± 0,02	0,33 ± 0,02
2	-1,06 ± 0,14	-2,49 ± 0,02	0,15 ± 0,01	0,21 ± 0,005	1,43 ± 0,14	0,06 ± 0,01
3	-0,96 ± 0,03	-3,29 ± 0,02	0,13 ± 0,01	0,31 ± 0,02	2,33 ± 0,04	0,18 ± 0,02
4	-0,39 ± 0,02	-2,40 ± 0,06	0,10 ± 0,009	0,28 ± 0,02	2,01 ± 0,06	0,18 ± 0,02
5	-0,89 ± 0,03	-3,24 ± 0,07	0,20 ± 0,02	0,33 ± 0,03	2,35 ± 0,08	0,13 ± 0,04
6	-1,15 ± 0,07	-7,89 ± 0,02	0,20 ± 0,02	0,78 ± 0,04	6,74 ± 0,07	0,58 ± 0,04
Gesamt-zahn-fläche	-0,78 ± 0,35	-3,62 ± 1,96	0,15 ± 0,04	0,40 ± 0,19	2,08 ± 1,79	0,24 ± 0,17

TABELLE VI. [Détartrine]

Schnitt	Mittlere Höhe über der Referenz [in µm]		Mittlere Rauhigkeit [in willkürlichen Einheiten]		Mittlerer Abtrag [in µm]	Rauhigkeitsdiff. [willk. Einheiten]
	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten		
1	0,11 ± 0,02	- 12,03 ± 0,08	0,13 ± 0,009	2,20 ± 0,06	12,14 ± 0,08	2,07 ± 0,06
2	-0,46 ± 0,02	-7,23 ± 0,91	0,14 ± 0,02	1,67 ± 0,08	6,77 ± 0,91	1,53 ± 0,06
3	0,29 ± 0,01	-12,78 ± 0,06	0,17 ± 0,02	1,77 ± 0,07	12,49 ± 0,06	1,60 ± 0,07
4	-0,37 ± 0,03	-20,93 ± 0,18	0,12 ± 0,01	2,23 ± 0,13	20,56 ± 0,18	2,11 ± 0,02
5	-0,97 ± 0,15	- 17,91 ± 0,15	0,04 ± 0,005	1,86 ± 0,11	16,94 ± 0,21	1,82 ± 0,11
6	-0,07 ± 0,02	-11,79 ± 0,52	0,09 ± 0,02	2,02 ± 0,12	11,72 ± 0,52	1,92 ± 0,12
Gesamt-zahn-fläche	-0,245 ± 0,42	-13,78 ± 4,51	0,115 ± 0,04	1,96 ± 0,23	13,78 ± 4,40	1,84 ± 0,23

TABELLE VII. [Rufosine]

Schnitt	Mittlere Höhe über der Referenz [in µm]		Mittlere Rauhigkeit [in willkürlichen Einheiten]		Mittlerer Abtrag [in µm]	Rauhigkeits-differenz [will k. Einheiten]
	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten		
1	-0,16 ± 0,01	-22,42 ± 0,22	0,13 ± 0,01	1,83 ± 0,04	22,26 ± 0,22	1,70 ± 0,04
2	-0,49 ± 0,02	-10,65 ± 0,23	0,09 ± 0,008	1,25 ± 0,06	10,16 ± 0,23	1,16 ± 0,06
3	-0,15 ± 0,02	-14,23 ± 0,08	0,07 ± 0,009	1,74 ± 0,02	14,08 ± 0,08	1,67 ± 0,02
4	-0,13 ± 0,03	-7,85 ± 0,09	0,09 ± 0,01	1,86 ± 0,03	7,72 ± 0,09	1,77 ± 0,03
5	-0,44 ± 0,05	-17,36 ± 0,04	0,11 ± 0,02	1,70 ± 0,04	16,92 ± 0404	1,59 ± 0,04
6	0,18 ± 0,07	-24,50 ± 0,06	0,06 ± 0,008	1,26 ± 0,07	24,32 ± 0,09	1,20 ± 0,07
Gesamt-zahn-fläche	-0,198 ± 0,23	-16,17 ± 6,01	0,092 ± 0,03	1,61 ± 0,26	15,91 ± 6,05	1,52 ± 0,25

TABELLE VIII. [Nullprobe]

Schnitt	Mittlere Höhe über der Referenz [in µm]		Mittlere Rauhigkeit [in willkürlichen Einheiten]		Mittlerer Abtrag [in µm]	Rauhigkeitsdifferenz [in willkürl. Einheiten]
	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten	vor dem Bürsten	nach dem Bürsten		
1	-0,06 ± 0,01	0,40 ± 0,03	0,07 ± 0,005	0,10 ± 0,004	-0,46 ± 0,03	0,03 ± 0,006
2	-0,94 ± 0,02	-0,82 ± 0,03	0,07 ± 0,005	0,10 ± 0,005	-0,12 ± 0,04	0,03 ± 0,007
3	-0,39 ± 0,01	-0,43 ± 0,01	0,08 ± 0,008	0,11 ± 0,005	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,09
4	0,23 ± 0,02	0,7 ± 0,03	0,07 ± 0,009	0,10 ± 0,005	-0,47 ± 0,04	0,03 ± 0,01
5	0,40 ± 0,12	0,37 ± 0,05	0,09 ± 0,004	0,08 ± 0,006	0,03 ± 0,13	-0,01 ± 0,007
6	-0,64 ± 0,01	-0,54 ± 0,01	0,08 ± 0,006	0,09 ± 0,005	-0,10 ± 0,01	0,01 ± 0,008
Gesamt zahn fläche	-0,23 ± 0,048	-0,053 ± 0,57	0,076 ± 0,01	0,097 ± 0,01	-0,18 ± 0,22	0,02 ± 0,02

Aus den Messungen von zehn Spuren auf jedem Schmelzschnitt vor und nach dem Bürsten wurde der Mittelwert errechnet. Zusammen mit dem Mittelwert soll seine Standardabweichung einen Anhalt für die Genauigkeit des aus den Stichproben errechneten Durchschnittes liefern. Somit kann gleichzeitig festgestellt werden, daß einige Spuren durch artifizielle Oberflächenschäden stark vom Durchschnitt abweichen. Solche Kurven wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt.

Bezogen auf die Profillänge wurde die mittlere Höhe über der Referenz berechnet:

$$\text{Mittlere Höhe über der Referenz} = \frac{\text{Planimetriertes Profil}}{\text{Profillänge}}$$

Die mittlere Rauhigkeit in relativen Einheiten läßt sich aus folgender Formel errechnen:

$$\text{Mittlere Rauhigkeit} = \frac{\text{Planimetrierter Wert der Rauhigkeit}}{\text{Länge der Spur}}$$

Die Differenz zwischen der Höhe des Schmelzes vor dem Bürsten und danach ergab den mittleren Abrieb.

Die Differenz der Meßreihen war nach der Student-Tabelle statistisch signifikant.

Die Anwendung der Pasten führte trotz zunehmendem Abtrag nicht zum erwünschten Polierеffekt. An einem Beispiel sei dies veranschaulicht: die Probenausschnitte zeigen den mikroskopischen Befund eines Schmelzschnittes vor und nach dem Bürsten. Die Abb. 2b zeigt deutlich die durch das Bürsten entstandenen Kratzer und Riefen, die zur Erhöhung der Retentionskapazität der Schmelzoberfläche führen. Numerisch ausgedrückt ist dies aus Tabelle I zu entnehmen.

Die danach folgenden Originalkurven zeigen zwei Beispiele der registrierten Profile, den Schmelzschnitt zwischen zwei Granitreferenzen.

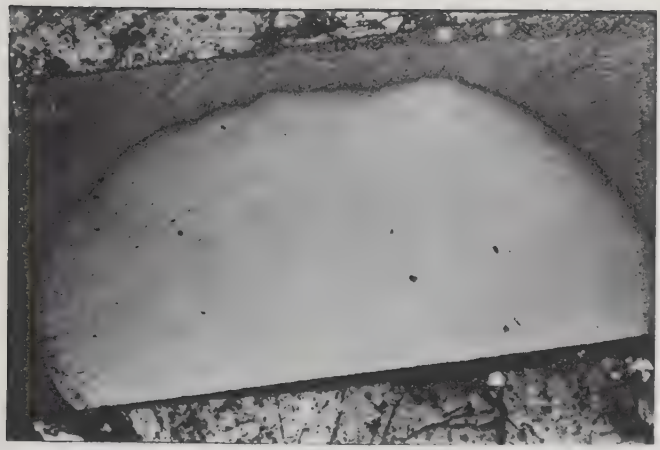
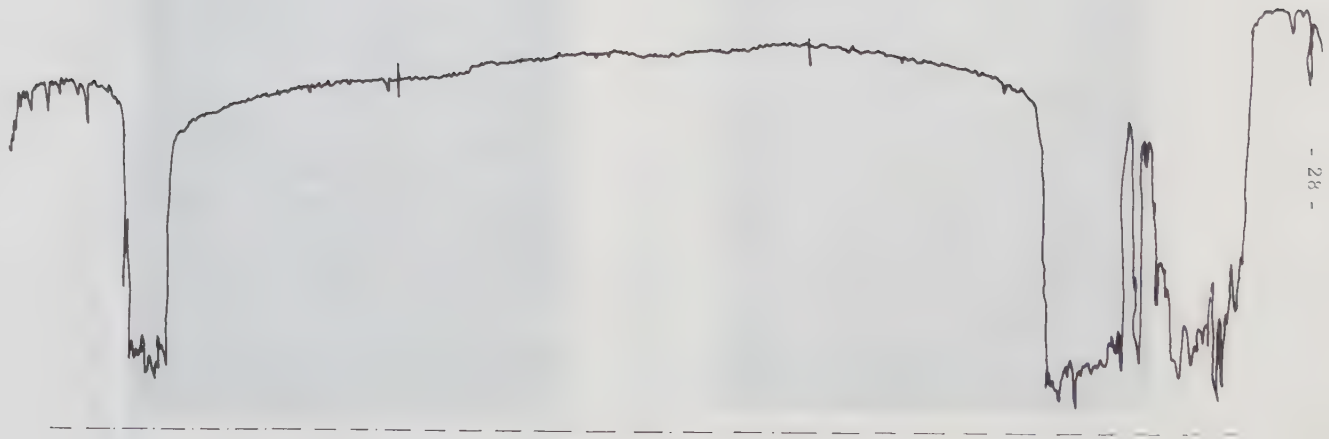


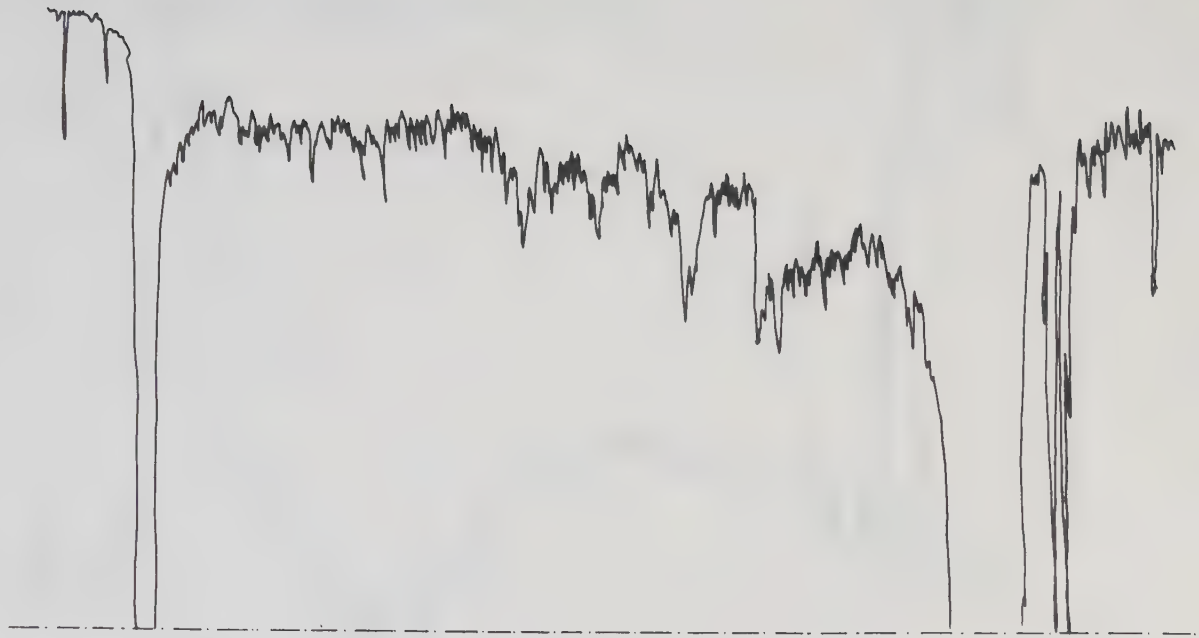
Abb. 2a: Probenausschnitt vor dem Bürsten mit ORALUST

Abb. 2b: Probenausschnitt nach dem Bürsten mit ORALUST



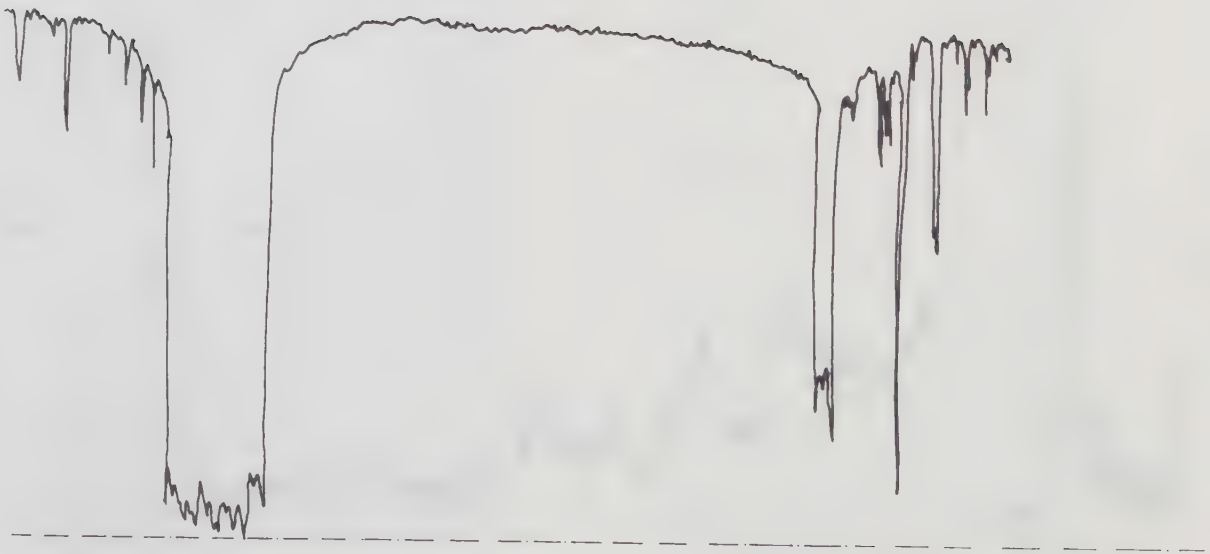
PROBE 1: Oralust [vor dem Bürsten]

Abb. 3a



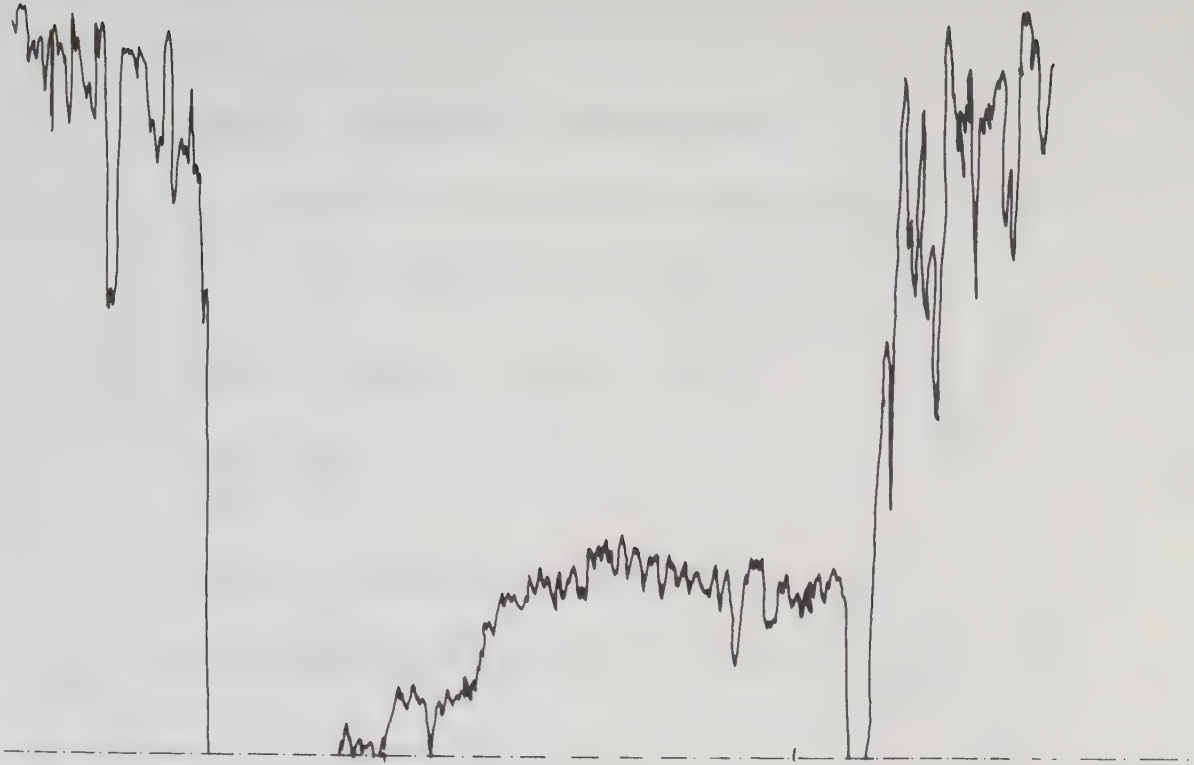
PROBE 1. Oralust [nach dem Bürsten]

Abb. 3b



PROBE 7 Rufosine [vor dem Bürsten]

Abb. 4a



PROBE 7: Rufosine [nach dem Bürsten]

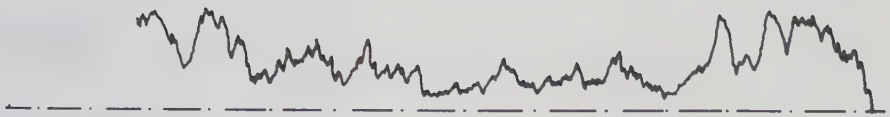
Abb. 4b

PROBE 2: SUPERPOLISH [vor dem Bürsten]

Abb. 5a

PROBE 2: SUPERPOLISH [nach dem Bürsten]

Abb. 5b



PROBE 6: Dètartrine [nach dem Bürsten]

Abb. 6a

PROBE 6: Dètartrine [vor dem Bürsten]

Abb. 6b

Die Abb. 7 zeigt den unterschiedlichen mittleren Abtrag durch die getesteten Pasten und bei der Nullprobe. Aus der Graphik ist ersichtlich, daß ORALUST den geringsten und RUFOSINE den stärksten Abtrag hervorruft.

Die Abb. 8 gibt die steigende mittlere Rauhigkeit der Schmelzoberflächen wieder.

Diese Ergebnisse entsprechen auch der mikroskopischen Analyse der Pasten, in einer Aufschwemmung mit destilliertem Wasser mit Durchlicht im Hellfeld und im Dunkelfeld fotografiert. Die folgenden zwei Abbildungen veranschaulichen die unterschiedliche Konfiguration der Schleifkörper: z.B. das grobe Korn, vieleckig, unregelmäßig und in geringer Anzahl pro Flächeneinheit des RUFOSINE (Abb. 9 ➧) und die punktförmigen, regelmäßigen und pro Flächeneinheit sehr dichten Schleifkörper des SUPERPOLISH (Abb. 10 ⟶).

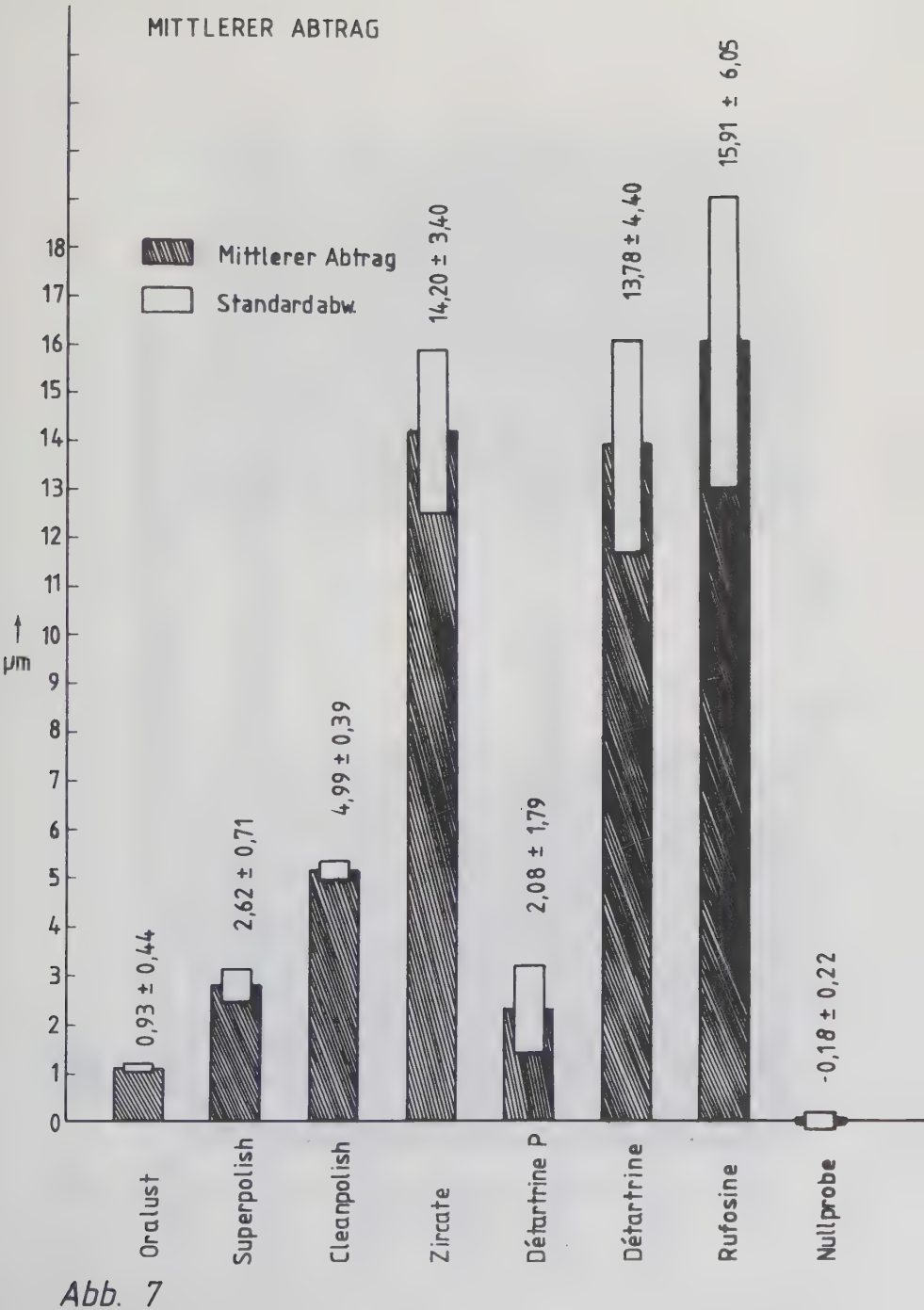

MITTLERER ABTRAG
Mittlerer Abtrag
Standardabw.
µm
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
0,93 ± 0,44
2,62 ± 0,71
4,99 ± 0,39
14,20 ± 3,40
2,08 ± 1,79
13,78 ± 4,40
15,91 ± 6,05
-0,18 ± 0,22
Oralust
Superpolish
Cleanpolish
Zircate
Détartrine P
Détartrine
Rufosine
Nullprobe

Abb. 7

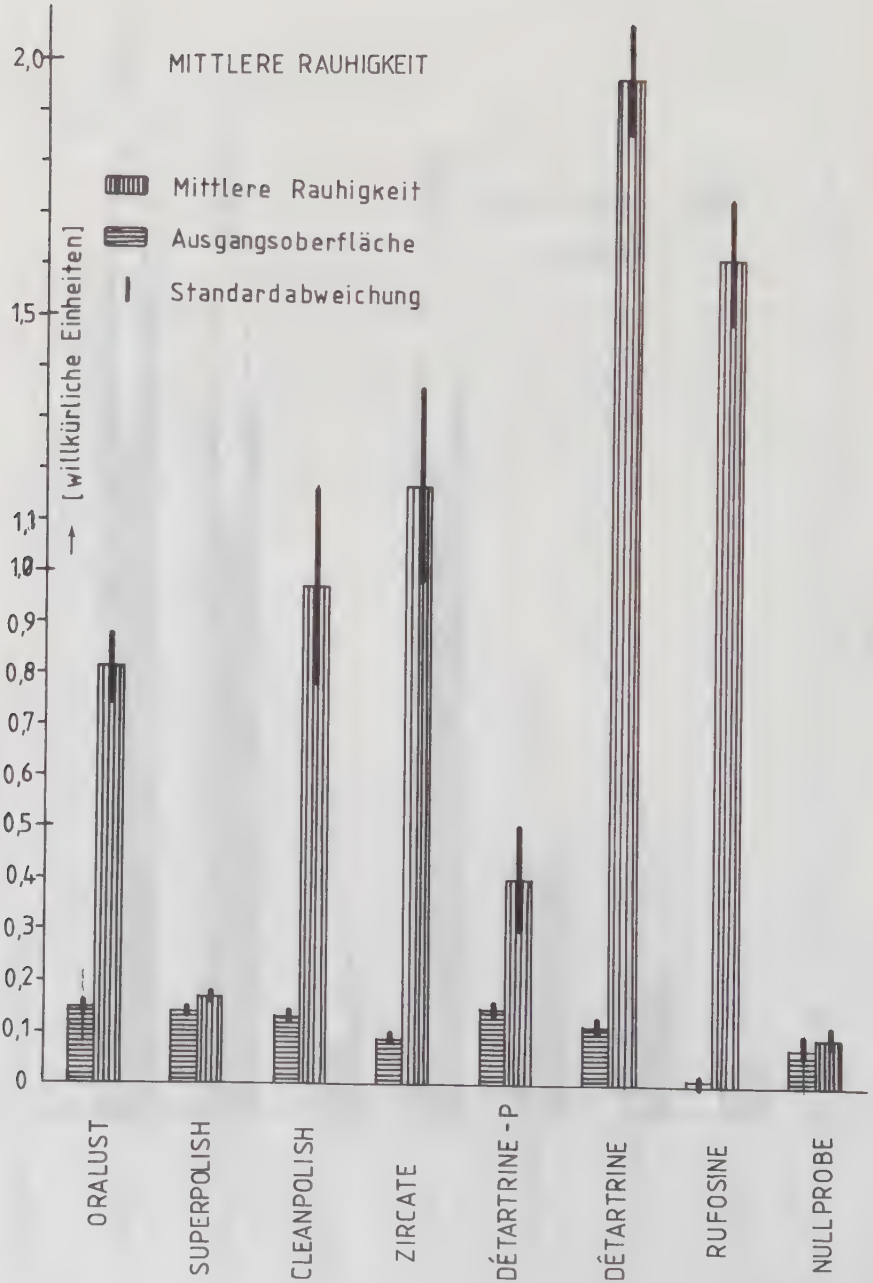

MITTLERE RAUHIGKEIT
Mittlere Rauhigkeit
Ausgangsoberfläche
Standardabweichung
[willkürliche Einheiten]
2,0
1,5
1,1
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
ORALUST
SUPERPOLISH
CLEANPOLISH
ZIRCATE
DÉTARTRINE - P
DÉTARTRINE
RUFOSINE
NULLPROBE

Abb. 8

Abb. 9: RUFOSINE. Mikroskopische Fotografie im Hellfeld (Vergrößerung 50 x)

Abb. 10: SUPERPOLISH. Mikroskopische Fotografie im Hellfeld (Vergrößerung 50 x)

VI. DISKUSSION

Unsere heutige Ernährungsweise hat zu einer wesentlichen Verminderung der natürlichen Selbstreinigung des Gebisses geführt. Um die Plaque unter Kontrolle zu halten, muß sie systematisch und regelmäßig nach jeder Nahrungsaufnahme mit der Zahnbürste entfernt werden (30). Wenn die Zahnreinigung nicht unmittelbar nach dem Essen erfolgt, so führt die Ansammlung und schließlich die Mineralisierung der weichen Beläge zur Bildung von Zahnstein. Einmal entstandener Zahnstein kann mit der Zahnbürste nicht mehr beseitigt werden. Zu seiner Entfernung sind zusätzliche Zahnpflegemittel nötig. Hierfür werden in der modernen Zahnheilkunde neben Ultraschall, speziellem Instrumentarium etc., auch Polierpasten und -pulver verwendet. Ziel der Zahnsteinentfernung ist es, eine glatte retentionsarme Zahnoberfläche zu schaffen, um eine erneute Anlagerung von Plaque zu verhindern.

Es wurden frisch extrahierte Zähne verwendet, deren Oberflächen durch das Einbetten keinerlei Veränderung erfahren hatten.

Jeweils die gleiche Bürste wurde vor Versuchsbeginn in dieselbe Stellung zur Probe gebracht und mit demselben Druck angelegt. Die Anzahl der Bürstenstriche war immer 10.000. Zu großer Anpreßdruck könnte die Eigenbeweglichkeit der Borsten so weit herabsetzen, daß die Borstenenden fest am Platz verharren, obwohl sich der Bürstkopf weiterbewegt. Mit der Konstanthaltung der Bürstbewegungen, der Borstenqualität und des Anpreßdruckes während des Versuchs war garantiert, daß die gleiche "Putzarbeit" geleistet wurde. Durch die Verwendung der gleichen Bürstenköpfe wurden eventuelle durch die Kunststoffborsten verursachte Schäden in jedes Versuchsergebnis mit eingeschlossen.

Dadurch, daß plane Schmelzschnitte eingebettet und gebürstet wurden, konnte eine optimale Fläche abgetastet werden. In der Mundhöhle sind die Zahnflächen jedoch leicht gewölbt und somit nicht gleichmäßig zugänglich für Borsten und Pasten.

Es ist festzuhalten, daß die einfache Hin- und Herbewegung der Bürstmaschine nicht mit der komplexen Putzbewegung im Munde zu vergleichen ist.

Außerdem wurde das spezifische Milieu der Mundhöhle (Temperatur, Feuchtigkeit, pH etc.) in unserem Versuch nicht berücksichtigt.

Das sind einige Punkte weshalb sich die Ergebnisse nur mit Vorbehalt auf die Mundhöhle übertragen lassen.

Aus den Ergebnissen der Arbeit ist ersichtlich, daß die sog. Polierwirkung der Pasten im wesentlichen auf die Konfiguration der Schleifkörner und deren Dichte pro Flächeneinheit zurückzuführen ist. Es zeigte sich, daß auch Pasten mit annähernd rundem Schleifkorn wie z.B. SUPER-POLISH einen relativ hohen Abtrag bewirken. Die Rauhigkeit der gebürsteten Oberfläche war jedoch in diesem Fall am geringsten und entspricht somit am ehesten der Forderung nach einer "retentionsarmen Fläche. Andererseits hat das Beispiel ORALUST gezeigt, daß mit zunehmender Größe und Unregelmäßigkeit der Schleifkörper der Abtrag nicht unbedingt erhöht wird. Die "Kratzwirkung" (Erhöhung der Rauhigkeit) wurde jedoch wesentlich verstärkt.

Offensichtlich ist die abtragende Wirkung der Pasten nicht so sehr von Größe und Konfiguration der Schleifkörper abhängig. Das Ausmaß des Rauhigkeitszuwachses ist jedoch auf die Größe und Form des Schleifkorns zurückzuführen. Diese Tatsache ist aus dem Vergleich der Tabellenwerte und den mikroskopischen Bildern der Pastenaufschwemmungen (s. z.B. Abb. 9 und 10) erkennbar.

Abschließend kann gesagt werden, daß keine der getesteten Pasten eine glattere als dieAusgangsoberfläche schaffen konnte.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurden sieben der heute üblich verwendeten Polierpasten in bezug auf ihre mechanische Wirkung auf den Zahnschmelz in vitro getestet. Es wurde nach einem standardisierten Verfahren gearbeitet, das die Abrasivwirkung und den Poliereffekt der Pasten, ähnlich wie in der Mundhöhle reproduzieren sollte.

In den Untersuchungen fällt auf, daß die Forderung nach alleiniger Entfernung des Zahnsteins ohne Beschädigung des Schmelzes von keiner der getesteten Pasten erfüllt wird. Alle haben eine Steigerung der Rauhigkeit der Zahnoberfläche zur Folge. Außerdem ist bei einigen der Pasten die abrasive Wirkung so stark, daß die Gefahr besteht, daß der Schmelz dadurch seine physiologische Schutzwirkung verliert. Zum Unterschied von Läsionen durch Säuren, die im Idealfall durch Präzipitation von Mineralsalzen aus dem Speichel wieder remineralisieren können (40), kann einmal abradierter Schmelz nicht mehr regenerieren.

Um die Voraussetzungen einer sog. Polierpaste zu erfüllen, sollten in der Praxis auf alle Fälle kleinkörnige Pasten mit annähernd rundem Schleifkorn verwendet werden.

LITERATURVERZEICHNIS

1) ASH, M.M., GITLIN B. N., SMITH, W.A.
Correlation between Plaque and Gingivitis
J. Periodont. 135, 424 (1964)

2) ASHMORE, H.
Dental Enamel Abrasion - An in Vitro Method Using Interference Microscopy
Brit. Dent. J. 120, 309-314 (1966)

3) ASHMORE, H., Van ABBÉ, WILSON S.J.
The Measurement in Vitro of Dentive Abrasion by Toothpaste
Brit. Dent. J. 133, 60-66 (1972)

4) BOUCHAL, A.W.
The Abrasiveness of Dentifrices, Proc. Sci. Sec. Toilet Goods Assoc. No 45, 2-5 (1966)

5) BRASCH, S.V., LAZAROU, J., Van ABBÉ, H.J., FORREST, J.O.
The Assessment of Dentifrice Abrasivity in vivo
Brit. Dent. J. 127 (3), 119-124 (1969)

6) DAVIS, W.B., HEFFERREN, J.J.
The Effects of Irradiation on the Wear Resistance, Microhardness and Acid Solubility of Dentine
J. Dent. Res. 56 (Special Issue A) Abstract No. L 150 (1975)

7) DAVIS, W.B.
Reduction in Dentin Wear Resistance by Irradiation and Effects of Storage in Aqueous Media
J. Dent. Res. 54 , 1078-1081 (1975)

8) DAVIS, W.B., WINTER, P.J.
Measurement In Vitro of Enamel Abrasion by Dentifrice
J. Dent.Res. 55, 970-975 (1976)

9) GRABENSTETTER, R.J., BROGE, R.W., JACKSON, F.J., RADIKE, A.W.
The Measurement of The Abrasion of Human Teeth by Dentifrice Abrasives: A Test Utilizing Radioactive Teeth
J. Dent. Res. 37, 1060-1068 (1958)

10) HEFFERREN, J.J., COSCA, L.M., LYON, H.W.
Laboratory Assessment of Prophylaxis Paste Abrasivity I^{ADR}, Abst. 903, Las Vegas, Nev., March 1972

11) HEFFERREN, J.J.
A Laboratory Method for Assessment of Dentifrice Abrasivity
J. Dent. Res. 55 (4), 563-573, July August 1976

12) JENSEN, S.B.
Untersuchungen über neue Möglichkeiten zur Plaquebeseitigung
Dtsch. zahnärztl. Z. 27, 246 (1972)

13) KITCHIN, P.C., ROBINSON, H.B.G.
The Abrasiveness of Dentifrices as measured on the cervical areas of extracted Teeth
J. Dent. Res. 27, 195-200 (1948)

14) KLINGER, H.G., GABRIEL, E.
Die Erfassung der Oberflächentopographie von Zähnen und Zahnschliffen mit einer hochauflösenden mechanoelektrischen Meßanordnung
Dtsch. zahnärztl. Z. 32, 236-239 (1977)

15) LÖE, H., THEILADE, E., JENSEN, S.B.
Experimental gingivitis in man
J. Periodont. 36, 177 (1965)

16) MANDEL, J.D.
Calculus Formation. The role of bacteria and mucoprotein
Dent. Clin. N. Amer., 731 (1960)

17) MANLY, R.S.
The Abrasion of Cementum and Dentin by Modern Dentifrices
J. Dent.Res. 20, 583 (1941)

18) MANLY, R.S., BRUDEVOLD, F.
Relative Abrassiveness of Natural and Synthetic Toothbrush
Bristles on Cementum and Dentin
J. Amer. Dent.Ass. 55, 779-780 (1957)

19) MANLY, R.S., WIREN, J., MANLY, P.J., KEENE, R.C.
A Method for Measurement of Abrasion of Dentin by
Toothbrush and Dentifrice
J. Dent.Res. 44, 533-540 (1965)

20) MANLY, R.S.
Factors influencing tests on the Abrasion of dentin
by brushing with dentifrices
J. Dent. Res. 23, 59-72 (1974)

21) MANLY, R.S., WIREN, J., HARTE, D.B., AHERN, J.M.
Influence of Method of Testing on Dentifrices Abrasiveness
J. Dent.Res. 53, 835-839 (1974)

22 MANNERBERG, F.
Appearance of Tooth Surface as observed in Shadowed Replicas
Odont. Revy 11, Suppl. 6 (1960)

23) MILLER, W.D.
Experiments and Observations on the Wasting of Tooth Tissue variously designated as Erosion, Abrasion, Chemical Abrasion
D. Cosmos 49, 1-23, 109-124, 225-247 (1907)

24) MÜHLEMANN, H.R.
Der Marginale Parodontalinfekt
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 80, 36 (1970)

25) PHANEUF, E.A., HARRINGTON, J.H., DALE, P.P., SHKLAR, G.
Automatic Toothbrush: A New Reciprocating Action
J. Am. Dent. Ass. 65, 12-25 (1962)

26) PUTT, M.S., KLEBER, C.J., DAVIS, J.A., SCHIMMELE, R.G., MUHLER, J.C.
Physical Caracteristics of a New Cleaning and Polishing Agent for Use in Prophylactic Paste
J.Dent. Res. 54 (3), 527-534 May June 1975

27) RAMFJORD, S.P., EMSLIE, R.D., GREENE, J.C., HELD, A.-J., WAERHAUG, J.
Epidemiological studies of periodontal diseases
Amer. J. publ. Hlth. 58, 1713 (1968)

28) RAMFJORD, S.P.
Subgingival curettage versus surgical elimination of periodontal pockets
J. Periodont. 39, 167 (1968)

29) RIETHE, P.
Plaques und Zahnstein in ihren Beziehungen zum marginalen Parodontium
Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 915 (1969)

30) RIETHE, P.
Die Quintessenz der Mundhygiene
Buch- und Zeitschriftenverlag "Die Quintessenz", Berlin 1974

31) SCHROEDER, H.E.
Orale Strukturbiologie
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1978)

32) SCHWEIZER-HIRT, C.M., SCHAIT, A., SCHMID, R., IMFELD, T., LUTZ, F., MÜHLEMANN, H.R.
Erosion und Abrasion des Schmelzes. Eine experimentelle Studie.
Schweiz. Mschr. Zahnheilkunde 88, Nr. 5 (1978)

33) SILNESS, J., LÖE, H.
Periodontal disease in pregnancy. II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition
Acta odont. scand. 22, 121 (1964)

34) STOOKEY, G.K., SCHEMEHORN, B.R.
A Method for Assessing the Relative Abrasion of Prophylaxis Materials
J. Dent. Res. 58 (2), 588-592 (1979)

35) THEILADE, E., WRIGHT, W.H., JENSEN, S.B., LÖE, H.
Experimental gingivitis in man
II. A longitudinal clinical and bacteriological investigation
J. Periodont. Res. 1,1 (1966)

36) VAN DER MERWE, S.W.
Some Aspects of Modern Dentifrices
J. Dent. Res. 7, 327 (1927)

37) VRIBIC, V., BRUDEVOLD, F.
Fluorid Uptake from Treatment with Different Fluorid Prophylactic Pastes and from the Use of Pastes Containing a Stable Aluminum Salt Followed by Topical Application
Caries Res. 4 (2), 158-167 (1970)

38) WAERHAUG, J.
Effect of rough surfaces upon gingiva tissue
J. Dent. Res. 35, 323 (1956)

39) WHITEHURST, V.E., STOOKEY, G.K., MUHLER, J.C.
Studies concerning the Cleaning Polishing and Therapeutic Properties of Commercial Prophylactic Pastes
J. Oral Ther. & Pharm., 4 (3), 181-191 (1967)

40) WIEDEMANN, W.
Remineralisation beginnender Karies
Deutscher Zahnärzte-Kalender 43-55 (1982)

Herrn Priv.-Doz. Dr. W. Wiedemann möchte ich für die Überlassung des Themas und die Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit herzlich danken.

Herrn Prof. Dr. med. dent. R. Naujoks gilt mein Dank für die Übernahme des Korreferats.

Herrn Dr. Klinger danke ich für die wertvolle Hilfe bei der Durchführung der Laborversuche.

LEBENSLAUF

Am 17. Januar 1953 wurde ich, Dagmar Schuster, geborene Schuller, als Tochter des Baumeisters Richard Schuller und der Apothekerin Doris Schuller, geb. Binder, in Hermannstadt (Rumänien) geboren.

Ausbildung:

1960 - 1968	Grundschule in Hermannstadt
1968 - 1972	"Brukenthal"-Gymnasium in Hermannstadt
1973 - 1974	Studium der klinischen Kinderpsychologie an der "Babes-Bolyai-Universität"in Klausenburg
Dez. 1974	Aussiedlung in die Bundesrepublik
Feb. 1975	Feststellungsprüfung zur Anerkennung des Reifezeugnisses in München
1975	Studium der Pädagogik an der Ludwig Maximilians-Universität in München
1975 - 1981	Studium der Zahnmedizin an der Bayerischen Julius Maximilians Universität Würzburg
29.01.1981	Abschluß zahnärztliches Staatsexamen
Juli 1977	Eheschließung mit Günther Friedrich Schuster
Mai 1981	Wissenschaftliche Assistentin der Zahn-, Mund-Kieferklinik der Universität Würzburg in der Abteilung für Prothetik

Dagmar Schuster